



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## VÝROBA SOUČÁSTI "CHLADICÍ VÁLEC"

PRODUCTION OF THE "COOLING ROLLER"

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Kafka

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2019

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie  
Student: **Ondřej Kafka**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Strojírenská technologie  
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**  
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Výroba součásti "chladicí válec"

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zakázková výroba je zpravidla založena na možnostech firmy a kontaktu se zákazníkem. V daném tématu se řeší jednoúčelová rozměrnější montážní sestava po stránce teoretické, což se týká i výrobních etap.

### Cíle bakalářské práce:

- Konstrukční a funkční rozbor součásti "chladicí válec".
- 3D model celého kompletu konstrukční sestavy.
- Definování podmínek výroby.
- Návrh výrobního procesu.
- Technicko–ekonomické posouzení.

### Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. Brno: CERM, s. r. o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. Praha: MM publishing, s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.

LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

MICHNA, Štefan et al. Encyklopedie hliníku. Prešov: Adin, 2005. 700 s. ISBN 80-89041-88-4.

PERNIKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 193 s. ISBN 80-21-2336-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

**ABSTRAKT**

Cílem bakalářské práce je navrhnout kompletní postup výroby sestavy chladicího válce, počínaje návrhem polotovarů pro výrobu, jednotlivými výrobními kroky až k zhotovení celé sestavy a její výstupní kontrole. Práce bude zaměřena především na obráběcí operace, které budou detailně popsány a specifikovány.

**Klíčová slova**

chladicí válec, textilní průmysl, výrobní postup, obrábění

**ABSTRACT**

The aim of this bachelor thesis is propose a complete production process of the cooling roller manufacturing assembly, starting with the proposal of semi-finished products for production, individual production steps to the completion of the whole assembly and his final inspection. The work will focus mainly on machining operations, which will be described and specified in detail.

**Key words**

cooling roller, textile industry, manufacturing proces, machining

**BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

KAFKA, Ondřej. *Výroba součástí "chladicí válec"* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/113046>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Milan Kalivoda.

**PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Výroba součásti "chladicí válec"** vypracoval/la samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

Ondřej Kafka

**PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

**OBSAH**

|  |    |
|--|----|
| ABSTRAKT .....   | 3  |
| PROHLÁŠENÍ.....  | 4  |
| PODĚKOVÁNÍ .....   | 5  |
| OBSAH.....   | 6  |
| ÚVOD .....   | 7  |
| 1 KONSTRUKČNÍ A FUNKČNÍ ROZBOR SOUČÁSTI .....            | 8  |
| 1.1 Popis komponent chladicího válce [1] [2] [10].....   | 8  |
| 1.2 Popis strojního vybavení [3] .....                   | 11 |
| 1.3 Technologičnost konstrukce sestavy.....              | 11 |
| 2 3D MODEL SESTAVY .....                                 | 12 |
| 3 NÁVRH VÝROBNÍHO PROCESU .....                          | 13 |
| 3.1 Technologický postup [4] .....                       | 14 |
| 3.2 Výrobní návodky.....                                 | 18 |
| 3.3 Soupis náradí a nástrojů .....                       | 18 |
| 4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....                   | 19 |
| 4.1 Výpočty strojních a vedlejších časů [13] [14]: ..... | 19 |
| ZÁVĚR .....  | 21 |
| SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....                            | 22 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ .....                           | 23 |
| SEZNAM TABULEK .....                                     | 24 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ .....                                     | 24 |
| SEZNAM PŘÍLOH.....                                       | 24 |

## ÚVOD

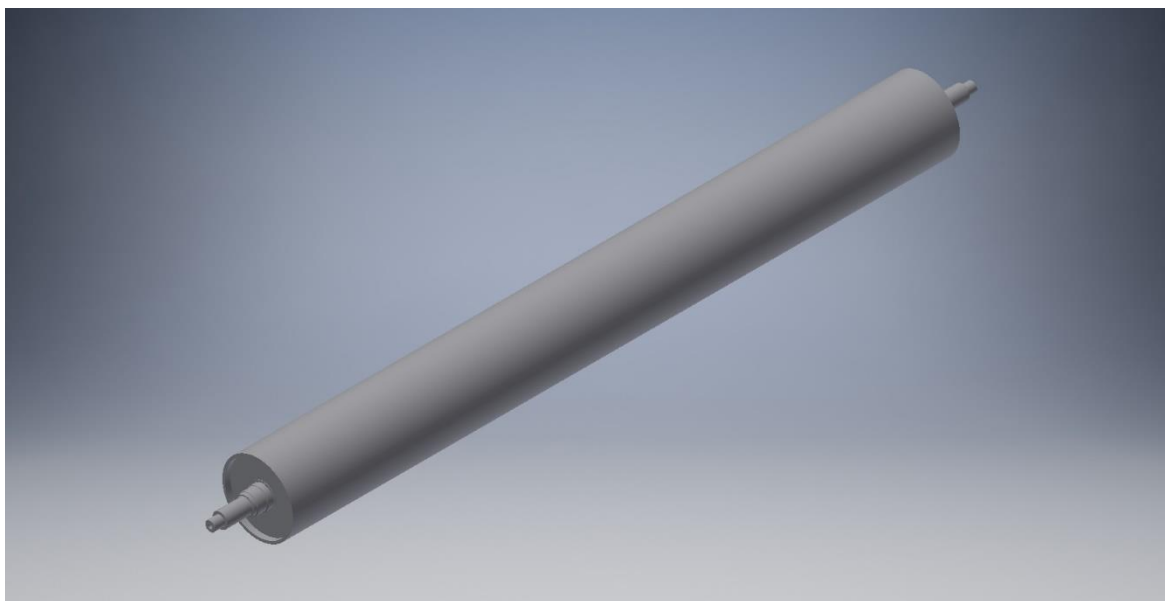
Třískové obrábění patří mezi základní technologie ve strojírenské výrobě. Má za sebou bohatou historii, pevnou tradici, hluboký výzkum a vývoj, díky kterému jsme schopni dosahovat stále kvalitnějších a přesnějších výrobků. Díky vývoji jak obráběcích nástrojů, tak také moderních obráběcích strojů jsme schopni dosahovat vysoké optimalizace výroby a maximálního zefektivnění výroby, především potom v sériové a velkosériové výrobě.

Mezi zajímavější části strojírenské výroby ovšem patří kusová zakázková výroba, kde k dosažení co nejnižších strojních časů a tím i vyšší efektivity výroby není přikládán tak veliký důraz jako u sériové výroby, ovšem je zde brán zřetel především na preciznost a zmetkovitost výroby, obzvláště potom při výrobě větších strojních dílů, popř. výroby z drahých a těžko sehnatelných materiálů.

Do této kategorie se řadí také díl vyráběný v této bakalářské práci. Jedná se o výrobek do komplexní výrobní linky, kde na sebe jednotlivé části a výrobní kroky navazují a případný výpadek jednoho kusu z důvodů nedodržení výkresové dokumentace při výrobě součásti může zastavit celou výrobu i na několik dní.

Z těchto důvodů je velmi důležité před začátkem výroby důkladně připravit výrobní plán, být v kontaktu se zákazníkem a definovat si důležité technologické parametry, a těchto bodů se poté striktně držet. Tyto pravidla se také dodržují při návrhu výrobního postupu součásti „chladič válec“ v této bakalářské práci.

*Obrázek 1: Sestava "chladič válec"*





## 1 KONSTRUKČNÍ A FUNKČNÍ ROZBOR SOUČÁSTI

Řešenou úlohou této práce je technologický postup na výrobu součásti „chladicí válec“, s celkovou délkou 2 286mm, a maximálním průměrem 212mm. Celá sestava je složena dohromady z 16 dílů vyrobených z korozi-vzdorné oceli 1.4301, které jsou seskládány do sestavy a svařeny.

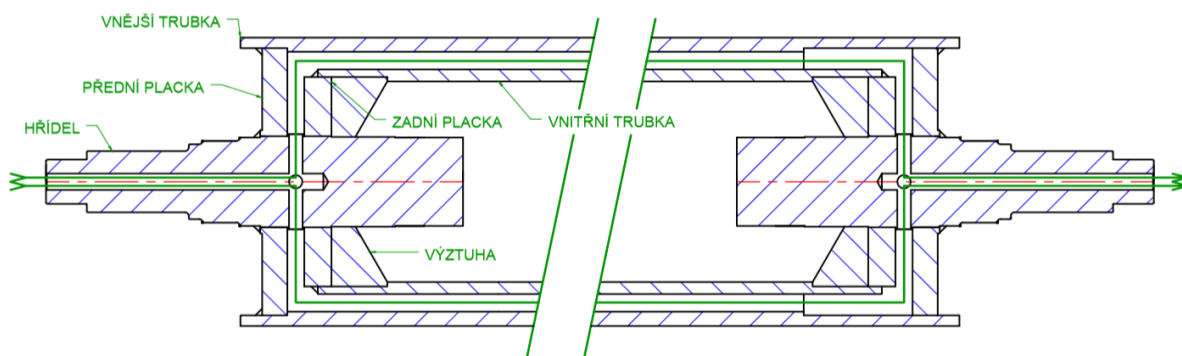
### 1.1 Popis komponent chladicího válce [1] [2] [10]

Před samotnou výrobou je nutné popsat si jednotlivé části celé sestavy, definovat jejich prioritu vzhledem k požadavkům zadaným zákazníkem a funkci kterou mají plnit.

Sestava chladicího válce je používána v textilním průmyslu na linkách vyrábějících plátna látek. Tento konkrétní kus je určen pro chlazení pásu látky po obarvení. Chladicí médium protéká mezi vnitřním a vnějším pláštěm válce, jehož povrch se průtokem chladí.

- **HŘÍDEL** – do čela hřídele je namontován externí rotační přívod, který přivádí chladicí médium skrz vrtanou díru v hřídeli do meziplackového prostoru. Dále je kapalina přivedena mezi plášť válce, kde chladí vnější povrch sestavy. Po průtoku po celé délce válce se voda opět vrací do hřídele a stejným systémem vytéká ven na druhé straně.

Obrázek 2: Řez chladicím válcem



- **EXTERNÍ ROTAČNÍ PŘÍVOD** – jedná se speciální zařízení, které bude přimontováno do hřídele, které přivádí chladicí médium do sestavy, a zajišťuje následný odvod na druhé straně válce. Specialitou této jednotky je možnost přivést kapalinu ze statického připojení – např. hadice do rotační hřídele. Bude využita přípojka od firmy Deublin, konkrétně model s výstupní závitem do hřídele o rozměru G3/8" – 54-000-110.

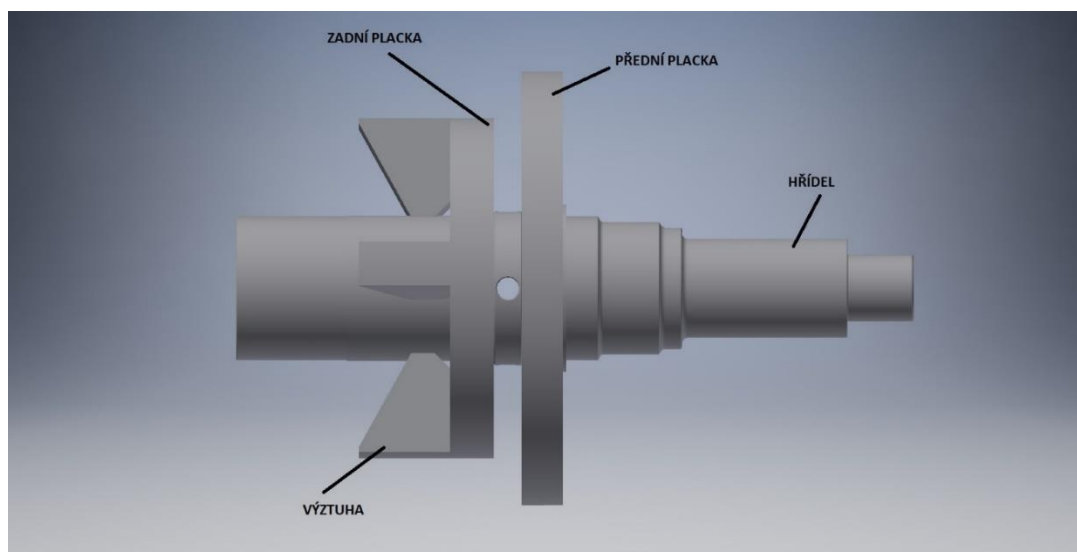
*Obrázek 3 - Rotační přívod*



- **PLACKY** – přední i zadní placka musí být na hřídel přivařeny pevným vodotěsným svárem, aby nedocházelo k únikům kapaliny dovnitř, popř. vně válce. Z tohoto důvodu jsou zákazníkem požadovány kapilární zkoušky na ověření povrchové těsnosti svárů. Dále je na přední placce umístěn otvor, ve kterém je vyřezán závit G3/8“, a slouží při napouštění válce jako odvzdušňovací ventil, v opačném případě pro vypouštění kapaliny z válce. Při běžném provozu je díra zaslepena zátkou. Z důvodů urychlení výroby a snížení nákladů budou placky kooperálně vypáleny na laserové vypalovačce ve formě mezikruží,

- ČEP – jednotlivé komponenty chladicího válce jsou po náležitém opracování svařeny do podstavy nazývané „čep“. Svařenec je následně hotově obráběn a sestaven do sestavy dle technologického postupu.

Obrázek 4: Svařenec čepu



- **TECHNOLOGICKÉ POŽADAVKY** – uvnitř válce musí být pečlivě odjehleny veškeré otřepy způsobené vrtáním průběžné díry, dále očištěny všechny nečistoty a mastnota po svařování. Je nutné zamezit uvolnění a pohybu jakýchkoliv částic a třísek, proto je důležité dbát na čistotu a po jednotlivých operacích které mohou narušit čistotu uvnitř systému důkladně propláchnout procesní kapalinou.
- **MATERIÁL** – materiál, ze kterého bude válec vyráběn, je austenitická nerezová ocel 1.4301, jejíž základní chemické a mechanické vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 1. Ocel se využívá především v potravinářském průmyslu. Z technologického hlediska je materiál dobře obrobitelný a svařitelný, navíc po svařování nevyžaduje tepelné úpravy.

Tabulka 1 - Charakteristika materiálu 1.4301

| Materiál - 1.4301        |             |           |            |           |        |         |        |
|--------------------------|-------------|-----------|------------|-----------|--------|---------|--------|
| Chemické složení [hm. %] |             |           |            |           |        |         |        |
| C                        | Si          | Mn        | P          | S         | N      | Cr      | Ni     |
| ≤ 0,07                   | ≤ 1         | ≤ 2       | max. 0,045 | max. 0,03 | ≤ 0,11 | 17-19,5 | 8-10,5 |
| Mechanické vlastnosti    |             |           |            |           |        |         |        |
| HB                       | Rp0,2 [MPa] | Rm [MPa]  |            |           |        |         |        |
| 215                      | 190         | 500 - 700 |            |           |        |         |        |

## 1.2 Popis strojního vybavení [3]

Zadaná sestava bude zhotovena ve strojním podniku, který se zabývá převážně výrobou válců do textilního a papírenského průmyslu. Veškeré strojní a technologické vybavení potřebné pro výrobu daného dílce je tedy ve firmě zajištěno a není třeba speciálních investic, nebo školení obsluhy. Výroba bude probíhat převážně na CNC soustruhu Mazak QuickTurn Nexus 250-II M. Kompletní strojní vybavení využívané pro výrobu a sestavení chladicího válce je uvedeno v příloze.

*Obrázek 5: MAZAK QUICK TURN NEXUS 250-II M*



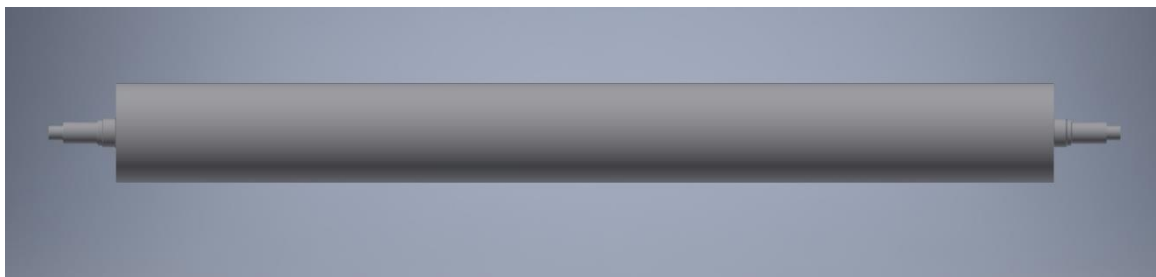
## 1.3 Technologičnost konstrukce sestavy

Z pohledu technologie výroby se na jednotlivých dílech sestavy nevyskytují žádné složité operace, které by vyžadovaly využití nekonvenčních technologií, vše je bez potíží vyrobitelné na konvenčních CNC soustruzích. Jedinou výjimkou budou placky a výztuhy válce, které budou s ohledem na ušetřený čas a materiál vyráběny v kooperaci na laserovém paprsku. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat sestavení a svaření válce, aby byly dodrženy nejdůležitější technologické parametry zadané zákazníkem.

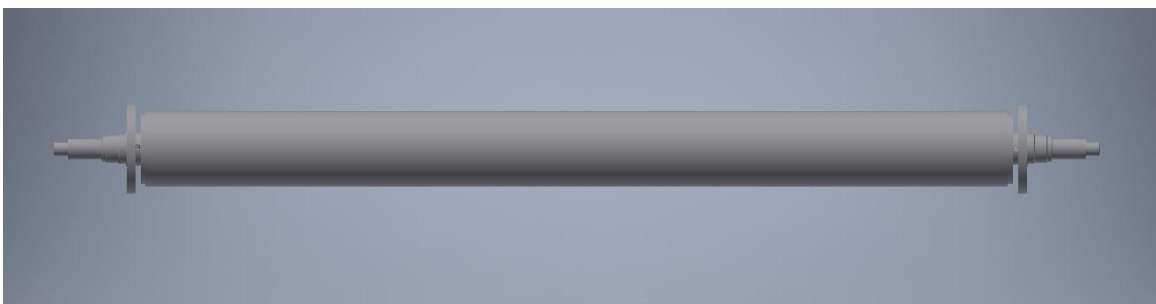
## 2 3D MODEL SESTAVY

3D model chladicího válce je zhotoven v programu Autodesk Inventor a je využit k popisu jednotlivých částí sestavy a k principu funkce celého chladicího válce.

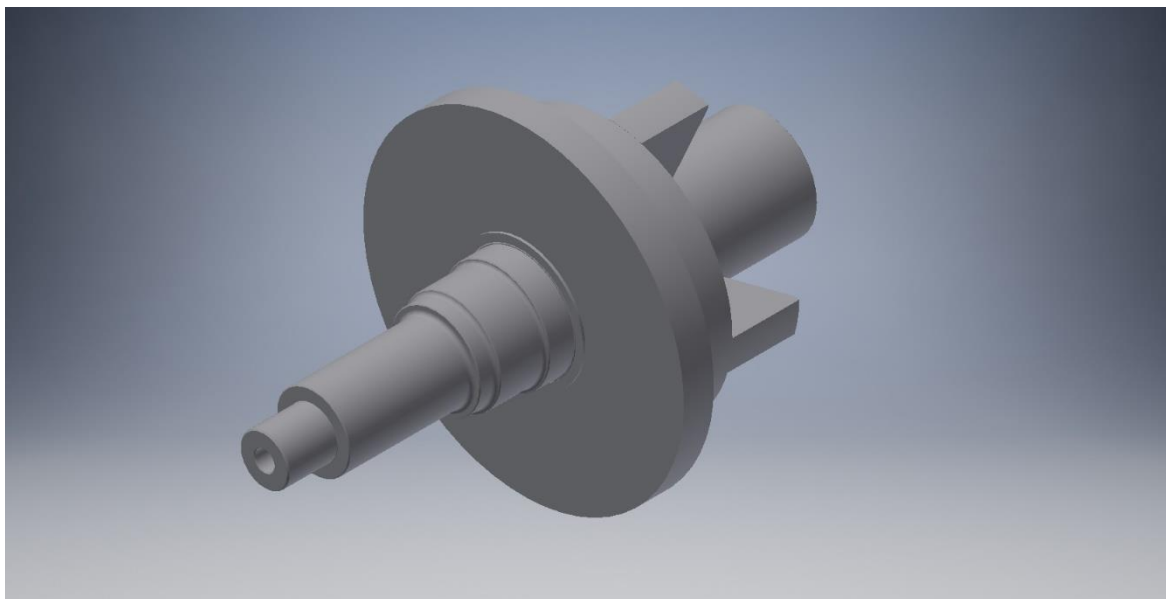
*Obrázek 6: 3D model sestavy*



*Obrázek 7: 3D model sestavy bez vnější trubky*



*Obrázek 8: 3D model čepu*



### 3 NÁVRH VÝROBNÍHO PROCESU

V této kapitole bude popsán detailní postup výroby jednotlivých součástí, včetně následného sestavení a svaření a všech dalších operacích. Dále zde budou návodky na jednotlivé obráběcí operace na CNC stroji Mazak, a nakonec tabulka nástrojů použitých ve výrobě.

Přestože je při výrobě a sestavování chladicího válce použito více různorodých technologií (vypalování na laseru, svařování, zkoušky svarů) a ve výrobním postupu jsou uvedeny, není jim věnována zvýšená pozornost ani detailní popis a parametry výroby. Jsou zde pouze vypsány zásadní technologické parametry zadané zákazníkem, aby sestava splňovala svoji funkci.

Systém číslování návodek a výkresů je vztažen pouze k sestavě řešené v bakalářské práci (č.v.: 2019\_BP\_KAFKA) a je rozdělen následně:

- Návodky jsou označeny: N-01 – N-02,
- Výrobní výkresy pro jednotlivé operace jsou označeny: VV-01 – VV-14,
- Výkresy polotovarů jsou označeny: VP-01 – VP-03.

Výrobní výkresy jsou přímo spřaženy s návodkou, která danému výkresu odpovídá a popisuje konkrétní číslo operace. Vše je přehledně označeno v hlavičce návodky, popř. razítku výrobního výkresu. Kompletní výkresová dokumentace je uložena v elektronické podobě na příloženém CD. V tištěných přílohách se objevují pouze výkresy pro které jsou připraveny také návodky a výkres kompletní sestavy.

### 3.1 Technologický postup [4]

Tabulka 2 - Technologický postup

| VUT<br>v Brně,<br>FSI, ÚST  | VÝROBNÍ POSTUP    | NÁZEV SESTAVY:           | CHLADICÍ VÁLEC |
|---|-------------------|--------------------------|----------------|
|   |                   | ČÍSLO VÝKRESU:           | 2019_BP_KAFKA  |
| DATUM:  | VYTVOŘIL:         |                          |                |
| 21.1.2019   | Kafka Ondřej      |                          |                |
| Č.V.:   | SOUČÁST:          | POLOTOVARY:              | MATERIÁL:      |
|   | HŘÍDEL            | 2 x Ø75x282              | 1.4301         |
| VP-01   | PŘEDNÍ PLACKA     | 2 x Ø199x63x20           | 1.4301         |
| VP-02   | ZADNÍ PLACKA      | 2 x Ø158x63x20           | 1.4301         |
| VP-03   | VÝZTUHA - VÝPALEK | 8 x VÝZTUHA              | 1.4301         |
|   | VNĚJŠÍ TRUBKA     | 1 x Ø216x12,5            | 1.4301         |
|   | VNITŘNÍ TRUBKA    | 1 x Ø165,1x8,8           | 1.4301         |
| Č. OP.:   | VÝKRES:           | TYP STROJE:              | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 0   |                   | Pásová pila              | 15967          |
| Dělit materiál Ø75 na pásové pile na $L=310\pm0,5$  |                   |                          |                |
| Č.OP:   | VÝKRES:           | TYP STROJE:              | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 10  | VV-01             | Soustruh CNC - obrobna   | 44514          |
| <p>Upnout obrobek</p> <p>Zarovnat pravé čelo na <math>L=308,5_{-0,5}</math></p> <p>Navrtat středící důlek A4, podepřít hrotem</p> <p>Soustružit na <math>\text{Ø}70_{-0,4}</math> do <math>L=132^{+1}</math></p> <p>Soustružit na <math>\text{Ø}67_{-0,01}</math> do <math>L=116,8^{+0,2}</math></p> <p>Soustružit na <math>\text{Ø}66_{-0,4}</math> do <math>L=96,8^{+0,4}</math></p> <p>Otočit obrobek, upnout za Ø66</p> <p>Zarovnat čelo na <math>L=306,8\pm0,2</math> – hotová délka</p> <p>Navrtat středící důlek A4, podepřít hrotem</p> <p>Soustružit na <math>\text{Ø}67_{-0,01}</math> do <math>L=177,5^{+0,2}</math></p> <p>Soustružit na <math>\text{Ø}66_{-0,4}</math> do <math>L=157,5^{+0,4}</math></p> <p>Soustružit na <math>\text{Ø}62,5_{-0,4}</math> do <math>L=140,5^{+0,4}</math> s výběhem R1,5</p> <p>Soustružit na <math>\text{Ø}47,5_{-0,4}</math> do <math>L=102,5^{+0,4}</math> s výběhem R2,5</p> <p>Soustružit na <math>\text{Ø}35_{-0,4}</math> do <math>L=29^{+0,4}</math> s výběhem R2,5</p> |                   |                          |                |
| Č.OP:   | VÝKRES:           | TYP STROJE:              | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 20  | VV-02             | Soustruh SV-18 - obrobna | 04124          |
| <p>Upnout z prava za Ø66</p> <p>Vrtat díru <math>\text{Ø}12\pm0,5</math> do <math>L=204\pm5</math> – srazit hranu <math>0,5\times45^\circ</math></p> <p>Díru vrtat postupně třemi odstupňovanými vrtáky</p>   |                   |                          |                |
| Strana 1/5  |                   |                          |                |

|         |                  |         |
|---------|------------------|---------|
| FSI VUT | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | List 15 |
|---------|------------------|---------|

|   |                         |                             |                |
|---|-------------------------|-----------------------------|----------------|
| VUT<br>v Brně,<br>FSI, ÚST  | VÝROBNÍ POSTUP          | NÁZEV SESTAVY:              | CHLADICÍ VÁLEC |
|   |                         | ČÍSLO VÝKRESU:              | 2019_BP_KAFKA  |
| DATUM:  | VYTVOŘIL:               |                             |                |
| 21.1.2019   | Kafka Ondřej            |                             |                |
| Č. OP.:   | VÝKRES:                 | TYP STROJE:                 | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 30  | VV-03                   | Vrtačka – zámečnická dílna  | 04625          |
| <p>V l=183,75±1 od čela hřídele vrtat Ø10±0,5 skrz hřídel<br/>Hřídel otočit o 90°±15° kolem osy<br/>V l=183,75±1 od čela hřídele vrtat Ø10±0,5 skrz hřídel</p>                                |                         |                             |                |
| Č. OP.:   | VÝKRES:                 | TYP STROJE:                 | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 40  | VP-02<br>VP-03<br>VP-04 | Laser - kooperace           |                |
| <p>Vypálit výztuhy dle výkresu č. VP-04 – 4ks / čep<br/>Vypálit mezikruží D199x63x20 dle výkresu č. VP-02 – 1 ks / čep<br/>Vypálit mezikruží D158x63x20 dle výkresu č. VP-03 – 1 ks / čep</p> |                         |                             |                |
| Č.OP:   | VÝKRES:                 | TYP STROJE:                 | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 50  | VV-04<br>VV-05          | Soustruh SV 18 - obrobna    | 04124          |
| Soustružit díru ve výpalcích na Ø67,05 <sup>+0,01</sup>   |                         |                             |                |
| Č.OP:   | VÝKRES:                 | TYP STROJE:                 | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 60  | VV-06                   | Svářečka – zámečnická dílna | 12735          |
| <p>Sestavu sestavit a svařit dle výkresu č. VV-06<br/>Výztuhy polohovat po 45°±15°</p>  |                         |                             |                |
| Č.OP:   | VÝKRES:                 | TYP STROJE:                 | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 70  | VV-07                   | Soustruh SV-18 - obrobna    | 04124          |
| <p>Upnout obrobek mezi hroty<br/>Stočit upínací Ø65<sub>-0,4</sub> do L=50<sup>+0,2</sup></p>   |                         |                             |                |
| Č.OP:   | VÝKRES:                 | TYP STROJE:                 | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 80  | VV-07                   | Kontrola                    | 09863          |
| Kontrola házivosti upínacího Ø65 <sub>-0,4</sub> mezi hroty – max 0,2   |                         |                             |                |
| Strana 2/5  |                         |                             |                |



|         |                  |         |
|---------|------------------|---------|
| FSI VUT | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | List 16 |
|---------|------------------|---------|

|                            |                |                        |                |
|----------------------------|----------------|------------------------|----------------|
| VUT<br>v Brně,<br>FSI, ÚST | VÝROBNÍ POSTUP | NÁZEV SESTAVY:         | CHLADICÍ VÁLEC |
|                            |                | ČÍSLO VÝKRESU:         | 2019_BP_KAFKA  |
| DATUM:                     | VYTVOŘIL:      |                        |                |
| 21.1.2019                  | Kafka Ondřej   |                        |                |
| Č.OP:                      | VÝKRES:        | TYP STROJE:            | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 90                         | VV-08          | Soustruh CNC - obrobna | 44514          |

Upnout obrobek za Ø65  
Převrtat díru Ø12 na Ø15,2 do  $L=25^{+1}$  – pro závit G3/8” + srazit hranu 1x45°  
Podepřít hrotem  
Do přední placky vrtat díru Ø15,2 se středem ve vzdálenosti  $75\pm 1$  od osy hřídele – pro závit G3/8”

Přední placku soustružit na Ø196,5<sub>-0,1</sub>  
Zadní placku i s výstuhami soustružit na Ø154<sub>-0,1</sub>

Stočit čelo placky do  $L=159^{+0,2}$  od čela hřídele na Ø74<sub>-0,4</sub>  
Zarovnat výztuhy na  $L=92_{-0,2}$  od čela přední placky – slouží jako doraz do trubky  
Soustružit na Ø65<sub>-0,4</sub> do  $L=152,5^{+0,2}$  – hotově  
Soustružit na Ø60<sub>-0,4</sub> do  $L=142,5^{+0,4}$  s výběhem R2 – hotově  
Soustružit na Ø55<sub>-0,4</sub> do  $L=115^{+0,4}$  s výběhem R2 – hotově  
Soustružit na Ø45h7 do  $L=105^{+0,4}$  s výběhem R2,5 – hotově  
Soustružit na Ø30h6 do  $L=30^{+0,1}$  s výběhem R0,25 – hotově + srazit hranu 1x45°

|       |         |                          |                |
|-------|---------|--------------------------|----------------|
| Č.OP: | VÝKRES: | TYP STROJE:              | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 100   | VV-09   | Soustruh SV-18 - obrobna | 04124          |

Do čela hřídele řezat závit G3/8“

|       |         |             |                |
|-------|---------|-------------|----------------|
| Č.OP: | VÝKRES: | TYP STROJE: | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 110   | VV-10   | Zámečnick   | 09431          |

Do přední placky řezat závit G3/8“

|         |                  |         |
|---------|------------------|---------|
| FSI VUT | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | List 17 |
|---------|------------------|---------|

| VUT<br>v Brně,<br>FSI, ÚST | VÝROBNÍ POSTUP            | NÁZEV SESTAVY:<br>ČÍSLO VÝKRESU: | CHLADICÍ VÁLEC<br>2019_BP_KAFKA |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| DATUM:<br>21.1.2019        | VYTVOŘIL:<br>Kafka Ondřej |                                  |                                 |
| Č.OP:                      | VÝKRES:                   | TYP STROJE:                      | TŘÍDICÍ ČÍSLO:                  |
| 120                        | VV-11<br>VV-12            | Soustruh SU-80 - obrobna         | 04142                           |

U trubky Ø165,1x8,8 srazit vnitřní hrany pro podepření hrotem  
 Upnout za díru, podepřít hrotem  
 Přetočit povrch na Ø162<sup>-0,5</sup>  
 Podepřít lunetou, odjet s hrotem  
 Zarovnat čelo + soustružit díru na Ø154<sup>+0,1</sup> do L=51<sup>+0,2</sup>  
 Trubku otočit, upnout za Ø154, podepřít lunetou  
 Zarovnat na L=1 886<sup>+1</sup>  
 Soustružit díru na Ø154<sup>+0,1</sup> do L=51<sup>+0,2</sup>

U trubku Ø216x12,5 srazit vnitřní hrany pro podepření hrotem  
 Upnout za díru, podepřít hrotem  
 Přetočit povrch na Ø214<sup>+0,1</sup>  
 Podepřít lunetou, odjet s hrotem  
 Zarovnat čelo + soustružit díru na Ø196,5<sup>+0,1</sup> do L=114,5<sup>+0,2</sup>  
 Trubku otočit, upnout za Ø196,5, podepřít lunetou  
 Zarovnat na L=2 000<sup>+1</sup>  
 Soustružit díru na Ø196,5<sup>+0,1</sup> do l=34,5<sup>+0,2</sup>

|       |         |                            |                |
|-------|---------|----------------------------|----------------|
| Č.OP: | VÝKRES: | TYP STROJE:                | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 130   | VV-13   | Svářečka – zámčnická dílna | 12735          |

Pozn.: všechny sváry musí být vodotěsné

Navařit pravý čep na vnitřní trubku, svár očistit, provést kapilární zkoušku  
 Nasadit vnější trubku, navařit levý čep k vnitřní trubce, svár očistit, provést kapilární zkoušku  
 Vnější trubku usadit dle hlavního výkresu sestavy, svařit, oba sváry očistit, provést kapilární zkoušku

Ke všem zkouškám vystavit protokol

|       |         |                          |                |
|-------|---------|--------------------------|----------------|
| Č.OP: | VÝKRES: | TYP STROJE:              | TŘÍDICÍ ČÍSLO: |
| 140   | VV-14   | Soustruh SU-80 - obrobna | 04142          |

Vnější Ø válce soustružit na Ø212<sup>+0,1</sup>

|         |                  |         |
|---------|------------------|---------|
| FSI VUT | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | List 18 |
|---------|------------------|---------|

|   |                       |                |                |
|---|-----------------------|----------------|----------------|
| <b>VUT<br/>v Brně,<br/>FSI, ÚST</b>   | <b>VÝROBNÍ POSTUP</b> | NÁZEV SESTAVY: | CHLADICÍ VÁLEC |
|   |                       | ČÍSLO VÝKRESU: | 2019_BP_KAFKA  |
| DATUM:  | VYTVOŘIL:             |                |                |
| 21.1.2019   | Kafka Ondřej          |                |                |
| Č.OP:   | VÝKRES:               | TYP STROJE:    | TŘIDICÍ ČÍSLO: |
| 150   | 2019_BP_KAFKA         | Kontrola       | 09863          |
| <p>Provést výstupní kontrolu</p> <p>Kontrola rozměrů:<br/> Ø35h6 – 100%<br/> Ø45h7 – 100%</p> <p>Očistit, odmastit a provést vizuální kontrolu kompletnosti sestavy</p> <p>Ke všem měřením a zkouškám vystavit protokol o výstupní kontrole</p> |                       |                |                |
| Strana 5/5  |                       |                |                |

### 3.2 Výrobní návodky

Výrobní návodky jsou sestaveny pro operace prováděné na CNC soustruhu a jsou uloženy v přílohách. Z hodnot uvedených v návodkách jsou následně určeny strojní a vedlejší časy, které jsou hodnoceny v technicko-ekonomickém zhodnocení.

Řezné podmínky jsou určovány dle doporučení výrobce nástrojů a s ohledem na zkušenosti pracovníků obsluhy stroje.

### 3.3 Soupis nářadí a nástrojů

Vyplněná tabulka se všemi nástroji potřebnými pro obráběcí operace je uvedena v příloze. Obsahuje označení všech nástrojů, včetně norem, dle kterých jsou nástroje vybírány.

## 4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Stejně jako u výrobních návodů bude i technicko-ekonomické zhodnocení provedeno pouze pro operace prováděné na CNC stroji. Konkrétně se jedná o operaci č. 10, kterou popisuje návodka č. N-01 a je v ní obsažena příprava a hrubování polotovaru. Druhou hodnocenou operací bude dokončovací práce na svařenci čepu, tedy OP90. Ostatní soustružnické operce vykonává klasický soustruh SV-18, nebo SU-80.

### 4.1 Výpočty strojních a vedlejších časů [13] [14]:

Výpočty strojních a vedlejších časů jsou prováděny podle vzorců 4.1 a 4.2 pro podélné soustružení, a podle vzorců 4.3 a 4.4 pro soustružení čelní. V případě dokončování hřídele a poslední dráhy nože, jsou potom jednotlivé časy poskládány a sečteny postupně po jednotlivých odstupňovaných průměrech obrobku.

$$t_{as} = \frac{n}{n \cdot f} [\text{min}] \quad (4.1)$$

$t_{as}$  – strojní čas [min]

$n$  – otáčky [ $\text{min}^{-1}$ ]

$f$  – posuv [ $\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ ]

$$t_{av} = \frac{n}{n \cdot f_r} [\text{min}] \quad (4.2)$$

$t_{av}$  – vedlejší čas [min]

$n$  – otáčky [ $\text{min}^{-1}$ ]

$f_r$  – rychloposuv [ $\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ ]

$$t_{as} = \frac{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}{v_c \cdot f} [\text{min}] \quad (4.3)$$

$t_{as}$  – strojní čas [min]

$d$  – maximální průměr čela [mm]

$v_c$  – řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]

$f$  – posuv [ $\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ ]

$$t_{av} = \frac{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}{v_c \cdot f_r} [min] \quad (4.4)$$

$t_{av}$  – vedlejší čas [min]

$d$  – maximální průměr čela [mm]

$v_c$  – řezná rychlost [m.min<sup>-1</sup>]

$f_r$  – rychloposuv [mm.ot<sup>-1</sup>]

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} [min^{-1}] \quad (4.5)$$

$n$  – otáčky [min<sup>-1</sup>]

$v_c$  – řezná rychlost [m.min<sup>-1</sup>]

$d$  – průměr obráběné součásti [mm]

## ZÁVĚR

Hlavním úkolem bakalářské práce bylo sestavit kompletní technologický postup na výrobu strojní součásti „chladičí válec“. Postupně byla sestava rozebrána a popsána po jednotlivých částech, byla určena funkce a technologická priorita jednotlivých dílů vzhledem k funkci kterou v celku mají plnit.

Z pohledu technologičnosti výroby byly všechny části sestavy bez větších obtíží vyrobitelné na konvenčních strojích a nebylo za potřebí využití žádných speciálních a nekonvenčních technologií výroby.

Vzhledem k sestavenému technologickému postupu byly voleny stroje, na kterých bude součást zhotovována a poté byly vybrány i vhodné nástroje pro výrobu.

Poslední kapitolou této práce bylo technicko-ekonomické zhodnocení výroby. Zde byly ilustrativně rozebrány operace vyráběné na CNC stroji a byly z výrobních návodů vypočteny strojní časy na jednotlivé operace.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. DEUBLIN Main Catalouge. In: *Bibus.sk* [online]. Nitra [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: [https://www.bibus.sk/fileadmin/product\\_data/deublin/documents/deublin\\_series\\_54.pdf](https://www.bibus.sk/fileadmin/product_data/deublin/documents/deublin_series_54.pdf)
2. LD gmbh. In: *LD* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: [http://www.ld-gmbh.com/display.aspx?page=components&component\\_code=D%20154-000-110#](http://www.ld-gmbh.com/display.aspx?page=components&component_code=D%20154-000-110#)
3. MAZAK. In: *QUICK TURN NEXUS 250-II MY* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.mazakeu.cz/cs/quick-turn-nexus-250-ii-my/>
4. LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: učebnice pro školy technického zaměření*. Šesté vydání. Úvaly: Albra, 2017. ISBN 978-80-7361-111-8.
5. BIANCO. *Bianco pásové pily na kov* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <http://www.pily-bianco.cz/pasove-pily-na-kov-bianco/automaticke-pasove-pily-cnc/automaticka-pila-na-kov-mod-370-a-60-cnc/>
6. FORUM.STROJÍRENSTVÍ. In: *Soustruh SV-18 RA* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://forum.strojirenstvi.cz/download/file.php?id=14270&sid=5a90f59cb6a56adfb4d523703e925591&mode=view>
7. SVÁŘEČKY-OBCHOD. In: *Stolní převodová vrtačka OPTIdrill DH 26 GT* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.svarecky-obchod.cz/stojanove-vrtacky/stojanove-vrtacky-400v/12182-stolni-prevodova-vrtacka-optidrill-dh-26-gt.htm>
8. KEMPPI. In: *MasterTig MLS* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.kemppi.com/en-US/offering/family/mastertig-mls/>
9. SLOVÁCKÉ STROJÍRNY. In: *Katalogy ke stažení* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: [http://www.sub.cz/userfiles/spec/sub/files/TOS/SoustruhyA4%20CZ\\_NEW.pdf](http://www.sub.cz/userfiles/spec/sub/files/TOS/SoustruhyA4%20CZ_NEW.pdf)
10. BOLZANO. In: *Technická podpora* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.bolzano.cz/cz/technicka-podpora/technicka-prirucka/vyrobky-z-korozivzdornych-a-zaruvzdornych-oceli/vyrobky-z-oceli-korozivzdornych/materialove-listy/x6crni18-10-austeniticke>
11. MaV. *Nástroje na obrábění otvorů* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://katalog.mav.cz/categories.php?rozbal=3459>
12. PRAMET. *E-katalog* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <http://ecat.pramet.com/>
13. DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
14. Příručka obrábění, kniha pro praktiky. Praha: Scientia, 1997. ISBN 91-972-2994-6.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ**

| <b>Symbol</b>         | <b>Jednotka</b>        | <b>Popis</b>                     |
|-----------------------|------------------------|----------------------------------|
| <b>a<sub>p</sub></b>  | [mm]                   | Šířka záběru hlavního ostří nože |
| <b>f</b>              | [mm.ot <sup>-1</sup> ] | Posuv                            |
| <b>f<sub>r</sub></b>  | [mm.ot <sup>-1</sup> ] | Rychloposuv                      |
| <b>HB</b>             | [-]                    | Tvrdost podle Brinella           |
| <b>l<sub>n</sub></b>  | [mm]                   | Obráběná délka                   |
| <b>n</b>              | [min <sup>-1</sup> ]   | Otáčky                           |
| <b>R<sub>m</sub></b>  | [MPa]                  | Mez pevnosti                     |
| <b>R<sub>p</sub></b>  | [MPa]                  | Smluvní mez kluzu                |
| <b>t<sub>as</sub></b> | [min]                  | Strojní čas                      |
| <b>t<sub>av</sub></b> | [min]                  | Vedlejší čas                     |
| <b>v<sub>c</sub></b>  | [m.min <sup>-1</sup> ] | Řezná rychlost                   |



**SEZNAM TABULEK**

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| Tabulka 1 | Charakteristika materiálu 1.4301 |
| Tabulka 2 | Technologický postup             |

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|           |                                    |
|-----------|------------------------------------|
| Obrázek 1 | Sestava „chladicí válec“           |
| Obrázek 2 | Řez chladicím válcem               |
| Obrázek 3 | Rotační přívod                     |
| Obrázek 4 | Svařenec čepu                      |
| Obrázek 5 | MAZAK Quick turn nexus 250-II M    |
| Obrázek 6 | 3D model sestavy                   |
| Obrázek 7 | 3D model sestavy bez vnější trubky |
| Obrázek 8 | 3D model čepu                      |

**SEZNAM PŘÍLOH**

|           |   |
|-----------|---|
| Příloha 1 | Výrobní návodka N-01                              |
| Příloha 2 | Výrobní návodka N-02                              |
| Příloha 3 | Soupis použitých strojů                           |
| Příloha 4 | Soupis nástrojů pro obráběcí operace              |
| Příloha 5 | Tabulka s výpočty strojních časů pro návodku N-01 |
| Příloha 6 | Tabulka s výpočty strojních časů pro návodku N-02 |
| Příloha 7 | Výrobní výkres VV-01 – A3                         |
| Příloha 8 | Výrobní výkres VV-08 – A2                         |
| Příloha 9 | Výkres sestavy 2019_BP_KAFKA                      |

# PŘÍLOHA 1

Výrobní návodka č.: N-01

| VÝROBNÍ NÁVODKA Č.: N-01         |                |                                 |   |                 |
|----------------------------------|----------------|---------------------------------|---|-----------------|
| VÝROBNÍ VÝKRES:<br>2019_BP_KAFKA | Č.V.:<br>VV-01 | Č.OP.:<br>10                    | STROJ:<br>MAZAK QUICK TURN NEXUS 350-II-M |                 |
| POPIS PRÁCE:                     | i              | $v_c$<br>[m.mIm <sup>-1</sup> ] | $a_p$<br>[mm]                             | NÁSTROJ:        |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ                | 1              | 160                             | 1,5                                       | HRUBOVACÍ NŮŽ   |
| NAVRTÁNÍ                         | 2              | 30                              |   | NAVRTÁVÁK A4    |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 3              | 160                             | 1,5                                       | HRUBOVACÍ NŮŽ   |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 4              | 160                             | 1   |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 5              | 160                             | 1   |                 |
| DOKONČOVÁNÍ                      | 6              | 160                             | 0,5                                       | DOKONČOVACÍ NŮŽ |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ                | 7              | 160                             | 1   | HRUBOVACÍ NŮŽ   |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ                | 8              | 160                             | 0,7                                       |                 |
| NAVRTÁNÍ                         | 9              | 30                              |   | NAVRTÁVÁK A4    |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 10             | 160                             | 1,5                                       | HRUBOVACÍ NŮŽ   |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 11             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 12             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 13             | 160                             | 1,25                                      |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 14             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 15             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 16             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 17             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 18             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 19             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 20             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 21             | 160                             | 1,5                                       |                 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ                | 22             | 160                             | 1,75                                      |                 |
| DOKONČOVÁNÍ                      | 23             | 200                             | 0,5                                       | DOKONČOVACÍ NŮŽ |

## PŘÍLOHA 2

Výrobní návodka č.: N-02

| VÝROBNÍ NÁVODKA Č.: N 02 |       |                    |               |                                 |
|--------------------------|-------|--------------------|---------------|---------------------------------|
| VÝROBNÍ VÝKRES:          | Č.V.: |                    | Č.OP.:        | STROJ:                          |
| 2019_BP_KAFKA            | VV-08 |                    | 90            | MAZAK QUICK TURN NEXUS 350-II-M |
| POPIS PRÁCE:             | i     | $v_c$<br>[m.mIm-1] | $a_p$<br>[mm] | NÁSTROJ:                        |
| VRTÁNÍ                   | 1     | 35                 | 1,6           | VRTÁK D15,2x150/90              |
| VRTÁNÍ                   | 2     | 35                 | 7,6           |                                 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ      | 3     | 220                | 1,5           | DOKONČOVACÍ NŮŽ                 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ      | 4     | 220                | 0,5           |                                 |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ        | 5     | 220                | 1             |                                 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ      | 6     | 220                | 0,75          |                                 |
| DOKONČOVÁNÍ              | 7     | 220                | 0,5           |                                 |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ        | 8     | 220                | 1             |                                 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ      | 9     | 220                | 1             |                                 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ      | 10    | 220                | 0,75          |                                 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ      | 11    | 220                | 1             |                                 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ      | 12    | 220                | 1             |                                 |
| DOKONČOVÁNÍ              | 13    | 220                | 1             |                                 |

## PŘÍLOHA 3

Soupis použitých strojů [3] [5] [6] [7] [8] [9]

|  |
|--|
| <b>SOUPIS POUŽITÝCH STROJŮ A JEJICH ZÁKLADNÍ PARAMETRY:</b>  |
| <b>Pásová pila – Bianco MOD 370</b>  |
| Rozměr pilového pásu [mm] – 3120 – 27 – 0,9<br>Maximální průměr řezané tyče – 280 mm<br>Rozměry stroje (D x Š x V [mm]) – 3000 x 1900 x 1900   |
| <b>CNC Soustruh – Mazak QUICK TURN NEXUS 250 – II MY</b>   |
| Maximální točný průměr nad ložem – 675 mm<br>Maximální obrobitelný průměr – 380 mm<br>Maximální počet nástrojů – 12<br>Maximální otáčky – 4 000 min-1  |
| <b>Konvenční soustruh – SV-18 RA</b>   |
| Oběžný průměr nad ložem – 380 mm<br>Oběžný průměr nad suportem – 215 mm<br>Maximální otáčky – 2 800 min-1<br>Největší průřez stopky nože [mm] - 25x25<br>Vzdálenost hrotů – 750 mm<br>Rozměry stroje (D x Š [mm]) – 2 52 x 950                       |
| <b>Stojanová vrtačka – OPTIMUM OPTIDRILL DH 26 GT</b>  |
| Otáčky – 75 – 2 950 min-1<br>Rozměr pracovního stolu [mm] – 380 x 380<br>Maximální vrtací výkon – 26 mm<br>Maximální hloubka vrtání – 127 mm<br>Maximální vzdálenost vřetene od stolu – 450 mm<br>Rozměry stroje (Š x V x H [mm]) – 380 x 1300 x 600 |
| <b>Svářečka KEMPPI MasterTig 3000 MLS</b>  |
| Vstupní napětí – 380V<br>Rozměry (Š x V x H [mm]) – 180 x 390 x 500<br>Hmotnost – 22 kg  |
| <b>Univerzální hrotový soustruh SU-80 H</b>  |
| Oběžný průměr nad ložem – 840 mm<br>Oběžný průměr nad suportem – 530 mm<br>Vzdálenost mezi hroty – 2 750 mm  |

## PŘÍLOHA 4

### Soupis nástrojů pro obráběcí operace [11] [12]

| TABULKA NÁSTROJŮ           |                   |                    |                 |
|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| NÁZEV:                     | NORMA             | DRŽÁK:             | VBD:            |
| HRUBOVACÍ NŮŽ              | ISO 504:1975/2014 | PWLN R 2525 M 0604 | WNMG 060412W-M  |
| DOKONČOVACÍ NŮŽ VNĚJŠÍ     | ISO 504:1975/2015 | SDJCR 2525 M 15    | DCMT 11T302E-FM |
| DOKONČOVACÍ NŮŽ VNITŘNÍ    | ISO 504:1975/2016 | A12K-SDUCR 07      | DCMT 070202E-FM |
| LEVÝ NŮŽ                   | ISO 504:1975/2017 | SDJCL 2525 M 15    | DCMT 11T302E-FM |
| PILOVÝ PÁS 3120x27x0,9 M42 |                   |                    |                 |
| STŘEDICÍ VRTÁK A4          | DIN 333, FORM A   |                    |                 |
| VRTÁK D12x151/101          | DIN 338 T1000     |                    |                 |
| VRTÁK D12x205/134          | DIN 340 RN T1000  |                    |                 |
| VRTÁK D12x375/260          | DIN 1869 RN T1000 |                    |                 |
| VRTÁK D10x133/87           | DIN 338 T1000     |                    |                 |
| VRTÁK D15,2x150/90         | DIN 6535 HAK      |                    |                 |
| ZÁVITNÍK G3/8" - 19        | DIN 5156          |                    |                 |

## PŘÍLOHA 5

Tabulka s výpočty strojních časů pro návodku N-01

| VÝROBNÍ VÝKRES:   | Č.V.: | Č.OP.:                 |       |      |                      |                        |                        |          |          |      |
|-------------------|-------|------------------------|-------|------|----------------------|------------------------|------------------------|----------|----------|------|
| 2019_BP_KAFKA     | VV-01 | 10                     |       |      |                      |                        |                        |          |          |      |
| POPIS PRÁCE:      | i     | $v_c$                  | $a_p$ | l    | n                    | f                      | $f_r$                  | $t_{as}$ | $t_{av}$ | d    |
|                   |       | [m.min <sup>-1</sup> ] | [mm]  | [mm] | [min <sup>-1</sup> ] | [mm.ot <sup>-1</sup> ] | [mm.ot <sup>-1</sup> ] | [min]    | [min]    | [mm] |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ | 1     | 160                    | 1,5   | 32,5 | 679                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,11     | 0,03     | 75   |
| NAVRTÁNÍ          | 2     | 30                     | 0     | 11,5 | 1124                 | 0,1                    | 0,9                    | 0,10     | 0,01     | 8,5  |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 3     | 160                    | 1,5   | 135  | 708                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,76     | 0,21     | 72   |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 4     | 160                    | 1     | 135  | 728                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,74     | 0,21     | 70   |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 5     | 160                    | 1     | 120  | 761                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,63     | 0,18     | 67   |
| DOKONČOVÁNÍ       | 6     | 160                    | 0,5   | 120  | 772                  | 0,1                    | 0,9                    | 1,55     | 0,17     | 66   |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ | 7     | 160                    | 1     | 32,5 | 679                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,11     | 0,03     | 75   |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ | 8     | 30                     | 0,7   | 32,5 | 127                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,59     | 0,16     | 75   |
| NAVRTÁNÍ          | 9     | 30                     | 0     | 11,5 | 1124                 | 0,1                    | 0,9                    | 0,10     | 0,01     | 8,5  |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 10    | 160                    | 1,5   | 178  | 708                  | 0,25                   | 0,9                    | 1,01     | 0,28     | 72   |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 11    | 160                    | 1,5   | 180  | 738                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,97     | 0,27     | 69   |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 12    | 160                    | 1,5   | 180  | 772                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,93     | 0,26     | 66   |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 13    | 160                    | 1,25  | 143  | 802                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,71     | 0,20     | 63,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 14    | 160                    | 1,5   | 104  | 842                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,49     | 0,14     | 60,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 15    | 160                    | 1,5   | 104  | 886                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,47     | 0,13     | 57,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 16    | 160                    | 1,5   | 104  | 935                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,44     | 0,12     | 54,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 17    | 160                    | 1,5   | 104  | 989                  | 0,25                   | 0,9                    | 0,42     | 0,12     | 51,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 18    | 160                    | 1,5   | 104  | 1051                 | 0,25                   | 0,9                    | 0,40     | 0,11     | 48,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 19    | 160                    | 1,5   | 31   | 1120                 | 0,25                   | 0,9                    | 0,11     | 0,03     | 45,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 20    | 160                    | 1,5   | 31   | 1199                 | 0,25                   | 0,9                    | 0,10     | 0,03     | 42,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 21    | 160                    | 1,5   | 31   | 1290                 | 0,25                   | 0,9                    | 0,10     | 0,03     | 39,5 |
| HRUBOVÁNÍ PODÉLNÉ | 22    | 160                    | 1,75  | 31   | 2831                 | 0,25                   | 0,9                    | 0,04     | 0,01     | 18   |
| DOKONČOVÁNÍ       | 23    | 200                    | 0,5   | 160  | 1820                 | 0,1                    | 0,9                    | 1,41     | 0,24     | 35   |
| Součet časů:      |       |                        |       |      |                      |                        |                        | 12,32    | 2,97     |      |

## PŘÍLOHA 6

Tabulka s výpočty strojních časů pro návodku N-02

|                     |       |                        |       |      |                      |                        |                        |          |          |      |
|---------------------|-------|------------------------|-------|------|----------------------|------------------------|------------------------|----------|----------|------|
| VÝROBNÍ VÝKRES:     | Č.V.: | Č.OP.:                 |       |      |                      |                        |                        |          |          |      |
| 2019_BP_KAFKA       | VV-08 | 90                     |       |      |                      |                        |                        |          |          |      |
| POPIS PRACE:        | i     | $v_c$                  | $a_p$ | $l$  | $n$                  | $f$                    | $f_r$                  | $t_{as}$ | $t_{av}$ | $d$  |
|                     |       | [m.min <sup>-1</sup> ] | [mm]  | [mm] | [min <sup>-1</sup> ] | [mm.ot <sup>-1</sup> ] | [mm.ot <sup>-1</sup> ] | [min]    | [min]    | [mm] |
| VRTÁNÍ              | 1     | 35                     | 1,6   | 24   | 733                  | 0,2                    | 0,2                    | 0,16     | 0,16     | 15,2 |
| VRTÁNÍ              | 2     | 35                     | 7,6   | 25   | 733                  | 0,2                    | 0,2                    | 0,17     | 0,17     | 15,2 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ | 3     | 220                    | 1,5   | 66   | 452                  | 0,1                    | 0,9                    | 1,46     | 0,16     | 155  |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ | 4     | 220                    | 0,5   | 66   | 455                  | 0,1                    | 0,9                    | 1,45     | 0,16     | 154  |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ   | 5     | 220                    | 1     | 63   | 352                  | 0,1                    | 0,9                    | 0,68     | 0,08     | 199  |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ | 6     | 220                    | 0,75  | 23   | 355                  | 0,1                    | 0,9                    | 0,65     | 0,07     | 198  |
| DOKONČOVÁNÍ         | 7     | 220                    | 0,5   | 85   | 357                  | 0,1                    | 0,9                    | 1,40     | 0,79     | 197  |
| SOUSTRUŽENÍ ČELNÍ   | 8     | 220                    | 1     | 10   | 1121                 | 0,1                    | 0,9                    | 0,09     | 0,01     | 62,5 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ | 9     | 220                    | 0,75  | 43   | 1178                 | 0,1                    | 0,9                    | 0,37     | 0,04     | 59,5 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ | 10    | 220                    | 1     | 13   | 1218                 | 0,1                    | 0,9                    | 0,11     | 0,01     | 57,5 |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ | 11    | 220                    | 1     | 126  | 2123                 | 0,1                    | 0,9                    | 0,59     | 0,07     | 33   |
| SOUSTRUŽENÍ PODÉLNÉ | 12    | 220                    | 1     | 32   | 2260                 | 0,1                    | 0,9                    | 0,14     | 0,02     | 31   |
| DOKONČOVÁNÍ         | 13    | 220                    | 0,5   | 160  | 2335                 | 0,1                    | 0,9                    | 1,13     | 0,08     | 30   |
| Součet časů:        |       |                        |       |      |                      |                        |                        | 8,41     | 1,82     |      |